

リード・オルガンを用いた平均律調律の試み

山 野 誠 之*

An Experiment on Equal Temperament using the Reed Organ

SEISHI YAMANO

はじめに

この研究は、平均律の音響学的理論や計算を、実際の調律作業工程を通して理解するための研究的試みである。本論の内容は、平均律に関する筆者自身の実習記録を整理したものであり、実験結果の報告であると共に、次の作業のためのマニュアルでもある。記録若しくは報告という意味からは、過去形の文章にすべきところであるが、整理の都合により現在形で統一した。

この研究にリード・オルガンを使用した理由は、第一にリード・オルガンでは、調律に当たって一定の音量を保つことができ、チェンバロやピアノにみられるような共通倍音の減衰を防ぐことができるので、調律における耳の訓練にとって都合のよい条件を得ることができること、第二にレジスターが8フィート1列、若しくは中高音域のみ2列であり、音域も狭いので、作業量が少ないことによる。

平均律の音高特性を歴史的調律法と比較する場合には、基本的にはピタゴラスB調律法と比較し、必要に応じてピタゴラスA調律法や中全音律（ミーントーン）とも比較した。

ビートの表示は、原則として1秒当たりの数値を少数第2位まで示した。必要に応じてこの数値と平行して0.5刻みの数値を示し、調律を実行するうえでの実際的な基準とした。その際、誤差をなるべく少なくするために、少数第1位の誤差は上つきの＋，－で示し、少数第2位の誤差は（＋），（－）で示した。場合によっては～強，～弱という表現も用いた。

整音や調律の手順は①②…によって示した。調律の実施に当たって要求される耳の集中法、実施によって養われる物理的若しくは音楽的聴感覚、得られた知見や認識、実施要領などについては、※によって箇条的にまとめた。

使用楽器：リード・オルガン「ヤマハ－1251792」
音 域：C₁₆～C₇₆〔数字はピアノの鍵番号による〕
音 叉：ユニバーサル A₄₉
チューナー：コルグ AT－2 Calibration 438
439 440 441 442 443 444 445HZ

*長崎大学教育学部音楽教室

本論は、昭和56年度文部省特別設備費による研究成果の一部を公表したものである。

第一節：整音……整音の必要なリードを取り出して、必要な処置を施す〔実施例〕。

① B₂₆：異物を取り除き、タングの整形を行う。

② B₅₁：8フィートの1本が鳴らないので、取り出して整音する。

※正常な他のキーは8フィートの2本のリードによって第2倍音が強く響いているので、1本が落ちるとディナミックだけでなく音質も貧弱に聞こえる。あたかも4フィートが落ちているかのごとくである。

③ D₅₃：同上。リードと枠の間に隙間ができてあまくなっているの、リードのわきから空気漏れがあり雑音が発生している。リードの一方側面にテープをはってガタをなくし、空気漏れを防ぐことができる。

※足踏みふいご式の場合には空気漏れは致命傷であり、演奏不能に至らしめる。

④ A₆₁：同上。

⑤ B₆₃：音色不良。リードに異物の付着があり錆びている。

⑥ C_{#65}：8フィートの1本に発音の遅れが聞き取れる。リードの根元の異物を払い、リードの振動を容易にする。

⑦ B₇₅：8フィートの1本が落ちている。

⑧ 同上。

※リード・オルガンの最高音部のリードは細いので、ほこりなどによって音が出なくなりやすい。

第二節：調律1……「4度・5度法」により平均律の基礎を決める。

① チューナーによりA₄₉—A₃₇を調律する。

② A₃₇—D₃₀：純正5度より狭く、すなわちピタゴラス調律のD₃₀より2セント高く調律する。うなりのビート0.49/sec. を聴きとる。0.5⁽⁻⁾すなわち2秒間に1回に非常に近いビートが聞こえるように調整する。

※B₃₉より下が8フィートだけの単一レジスターであるから、共通倍音が他の倍音にかき消される事なく鮮明に聞こえるので、広狭を間違えなければ正確な調律が可能である。

※調律者の耳の働きとしては、共通倍音すなわちA₃₇の1オクターヴ上の倍音（A₄₉の基音と同じ）を聴きとる。このように、完全5度のへだたりをもつ2音の共通倍音は、常に高いほうの音の1オクターヴ上の音である。

- ③ $A_{37}-E_{32}$: 純正4度よりも広く、すなわちピタゴラスB調律の E_{32} より2セント低く調律する。うなりのビート0.74/sec. を聴きとる。0.8⁽⁺⁾すなわち5秒間に4回弱のビートが聞こえるように調整する。今回の実習では1秒間に2回のビートがあり、低すぎることは明らかであるので、リードのタングの先を削って高くし、1秒間に1回のビートを目安に作業を行い、さらに微調整をかさねる。

※調律者の耳の働きとしては、共通倍音すなわち E_{32} の2オクターヴ上の倍音(E_{66} の基音に同じ)を聴きとる。このように、完全4度のへだたりをもつ2音の共通倍音は、常に低いほうの音の2オクターヴ上の音である。

※リード・オルガンでは、送風ペダルのふみ方によっては基音の強弱という一種のトレモロが起きるので、共通倍音が聴き取りにくくなることもある。そのときは、増音レバーを少しゆるめて音量をおとし、送風ペダルを小刻みに速くふんで風圧をできるだけ一定に保つようにする。このようにすれば、共通倍音が次第に聴きとりやすくなる。

- ④ $E_{32}-B_{39}$: 純正5度より狭く、ピタゴラスB調律の B_{39} より2工程分、すなわち4セント低くなるように調律する。 B_{51} のうなりのビート0.55/sec. を聴きとる。0.6⁽⁺⁾すなわち5秒間に3回弱のビートが聞こえるように調整する。 B_{51} の基音に相当する共通倍音(以下共通倍音 B_{51} と呼ぶ)に注意を集中して作業を行う。

※「2工程低く調律する」とは、調律③において E_{32} はすでに純正5度より低く下げられているので、次に下げられる5度上の音は2重に下げられることになるという意味である。

※共通倍音 B_{51} は同時に共通倍音 e_{63} をも含んでいるので、共通倍音の音高にも十分注意する必要がある。

- ⑤ テスト $D_{30}-B_{39}$: 共通倍音 $F\#_{58}$ のうなりのビート6.66/sec. を聴きとる。純正律(just intonation)の長6度、すなわちうなりのないピュアな長6度よりも10セント広い方へのビートを作り出していれよい。

※共通倍音 $F\#_{58}$ は2音にはさまれる長3度 $F\#_{34}$ の2オクターヴ上の音である。すなわち、一般に長6度の共通倍音は、上の音を根音とした短三和音の5音の1オクターヴ上の音である。

※一般にピタゴラスの高すぎる長6度を平均律の操作によって狭めても、なおかつ純正長6度よりも広いことを理解しておく必要がある。すなわち、Cを基準としたピタゴラスA調律法による長6度 $C-A$ は、平均律の $C-A$ より6セント広い。また、Cを基準とした純正律による $C-A$ は、平均律の $C-A$ より16セント狭い。その合計は22セントであり、シントニックコンマと同一である。

- ⑥ $B_{39}-F\#_{34}$: 純正4度よりも広く、ピタゴラスB調律の $F\#_{34}$ より3工程分、すなわち6セント低く調律する。うなりのビート0.83/sec. を聴きとる。0.8⁽⁺⁾すなわち5秒間に4回強のビートが聞こえるように調整する。共通倍音 $F\#_{58}$ は $D_{30}-B_{39}$ の共通倍音と同一である。

- ⑦ $D_{30}-F\#_{34}$: 共通倍音 $F\#_{58}$ のうなりのビート5.82/sec. を聴きとる。近似値は6.0⁻/sec.

となる。中全音律 (mean-tone temperament) の長 3 度 (純正律の長 3 度に等しい), すなわちうなりのないピュアな長 3 度よりも 14 セント広い方へのビートを作り出していけばよい。

※一般に長 3 度の共通倍音は高い音の 2 オクターヴ上の音である。

※⑤⑥⑦に見られる長 3 度と長 6 度を重ねた場合には, その間に完全 4 度を持ち, 短三和音の第一転回形を形成する。この和音がルネッサンス期より好まれるようになった理由は, これら 3 音が共通の倍音を持つことが広く知られるようになり, 注意深い耳がこれを感覚的にしっかりと捕らえることができたようになったからであると推論できる。

※平均律の長 3 度はピタゴラスのそれより 8 セントも狭められているにもかかわらず, なおかつ純正長 3 度より 14 セントも広い。すなわち,

$$[\text{ピタゴラス長 3 度} - \text{平均律長 3 度}] + [\text{平均律長 3 度} - \text{純正長 3 度}]$$

$$= 8 + 14 = 22 \cdots \cdots \text{シントニックコンマ}$$

- ⑧ テスト D₃₀ - F₃₄ - A₃₇: 共通倍音 F₅₈ 及び C₆₅, A₄₉ を聴く。平均律の長 3 和音を吟味する。

※シントニックコンマ (syntonic comma, Didymic comma) はピタゴラス長 3 度すなわち 5 度圏の第 4 番目の音と純正 3 度すなわち第 5 倍音との差を求めたものである。この計算は次のように示される。

1) ピタゴラス長 3 度を求める: $(3/2)^4 \times (1/2)^2 = 81/64$

2) 純正 3 度との差を求める: $(81/64) \times (4/5) = 81/80$

大全音と小全音の差に同じ: $(9/8) \times (9/10) = 81/80$

※ここで F₃₄ - A₃₇ の共通倍音 C₆₅ のビート 9.98/sec. すなわち 1 秒間 10 に非常に近い, 速いビートを感覚的基準として持つことも, 後のために必要である。

- ⑨ F₃₄ - C₄₁: 純正 5 度より狭く, ピタゴラス B 調律の C₄₁ より 4 工程分, すなわち 8 セント低くなるように調律する。C₃₃ のうなりのビート 0.62/sec. を聴きとる。0.6⁽⁺⁾ すなわち 5 秒間に 3 回強のビートが聞こえるように調整する。

- ⑩ テスト E₃₂ - C₄₁: 共通倍音 G₆₀ のうなりのビート 7.47/sec. を聴きとる。近似値は 7.5⁽⁺⁾ である。純正律の長 6 度, すなわちうなりのないピュアな長 6 度よりも 16 セント広い方へビートを作り出していけばよい。

※長 6 度は完全 4 度と長 3 度に分解できる。

※平均律の長 6 度は純正な長 6 度より 16 セント広い。なぜなら, 平均律の完全 4 度は純正 4 度より 2 セント広く, また平均律の長 3 度は純正な長 3 度より 14 セント広いからである。

※ピタゴラスの長 6 度は純正な長 6 度より 22 セント広い。なぜならピタゴラスの長 6 度は純正 4 度と, 純正な長 3 度より 22 セント広い長 3 度から構成されているからである。

※中全音律の長 6 度は, 純正な長 6 度より 6 セント広く, 平均律の長 6 度より 10 セント狭い。なぜなら中全音律の完全 4 度は純正 4 度より 6 セント広く, 平均律のそれより 4 セント広いからであり, また中全音律の長 3 度は純正な長 3 度に等しく, 平均律のそれより 14 セント狭いからである。

- ⑪ テストA₃₇—C₄₁：共通倍音C₆₅のうなりのビート8.73/sec. を聴きとる。近似値は8.5⁺中全音律の長3度（純正律の長3度に等しい）、すなわちうなりのないピュアな長3度より14セント広い方へのビートを作り出していけばよい。

※ビートの現れ方が遅い現象はどのように説明すべきか？

※⑩⑪の工程において、C₄₁を共通音として、下方のE₃₂からA₃₇へと奏すれば、これと平行して共通倍音もまたG₆₀からC₆₅へと動いて行くのはおもしろい現象である。この動きを耳でとらえて、7.5⁽⁻⁾/sec. から8.5⁺/sec. へのビートの変化を味わうことができる。

- ⑫ C₄₁—G₃₆：純正4度よりも広く、ピタゴラスB調律のG₃₄より5工程分、すなわち10セント低く調律する。うなりのビート0.94/sec. を聴きとる。1.0⁽⁺⁾すなわち5秒間に5回弱のビートが聞こえるように調整する。共通倍音G₆₀はE₃₂—C₄₁の共通倍音と同一である。

- ⑬ テストE₃₂—G₃₆：共通倍音G₆₀のうなりのビート6.53/sec. を聴きとる。近似値は6.5⁽⁺⁾である。中全音律の長3度（純正律の長3度に等しい）、すなわちうなりのないピュアな長3度よりも14セント広い方へのビートを作り出していけばよい。

- ⑭ テストG₃₆—B₃₉：このテストは初めて吟味される短3度である。共通倍音D₆₇のうなりのビート11.20/sec. を聴きとる。近似値は11.0⁺である。純正律の短3度より16セント狭い方へのビートを作り出していけばよい。⑧に現れていた短3度の共通倍音C₆₅のうなりのビート10.0⁻/sec. を0.1秒に1回のビートと見て、それよりわずかに速いビートを感覚的に捕らえる。

※一般に短3度の共通倍音は、高い音の長3度上の音の2オクターヴ上の音である。すなわち、共通倍音のビートを含めて短3和音を形成していると言える。

※純正律と中全音律は長3度において一致するが、短3度においては一致しない。なぜなら、短3度は長6度の補足音程であり、長6度は両律において異なる4度を内包しているからである。

※短3度は平均律では300セントであり、中全音律では310セント、純正律では316セントである。

- ⑮ テストE₃₂—G₃₆—B₃₉：平均律の長3和音を吟味する。D₃₀—F₃₄—A₃₇（⑧）とのバランスを見る。

※⑧⑮に見るとおり、長3和音が共通倍音の力によって、2オクターヴ上に長七の和音を形成しているのを聴きとることができる。

- ⑯ G₃₆—D₃₁：純正4度よりも広く、ピタゴラスB調律のD₃₁より6工程分、すなわち12セント低く調律する。うなりのビート0.70/sec. を聴きとる。5秒間に3.5回のビートが聞こえるように調整する。共通倍音はD₆₅である。

- ⑰ テストD₃₁—F₃₄：共通倍音A₆₂のうなりのビート8.39/sec. を聴きとる。近似

値は8.5⁻である。純正律の短3度より16セント狭い方へのビートを作り出していけばよい。⑧に現れていた短3度の共通倍音C₆₅のうなりのビート10.0⁻/sec. を0.1秒に1回のビートと見て、それより少し遅いビートを感覚的に捕らえる。

※次のようなビートの変化に慣れることが必要である。

⑪ 8.5⁻/sec. → ⑧ 10.0⁻/sec. → ⑭ 11.0⁺/sec

※誤差が累積した場合には誤差を検出するためのチェックやテストをていねいに行う必要が生じる。

⑱ テストD₃₁—F₃₄—B₃₉：平均律の転回長3和音を吟味する。

※転回長3和音では、短3度によって生じる共通倍音と、上におかれた根音の第4倍音の間に干渉が生じることが、このテストによって確認される。この現象はまた、西洋古典音楽において一般に、低音部の短3度から生じる共通倍音（5度音）と高音部の6度音が半音で不良接触しないように配慮されていることの音響学的根拠となる。

⑲ D₃₁—A₃₈：純正5度より狭く、ピタゴラスB調律のA₃₈より7工程分、すなわち14セント低くなるように調律する。A₃₈のうなりのビート0.52/sec. を聴きとる。0.5⁽⁺⁾すなわち5秒間に2.5回強のビートが聞こえるように調整する。

※⑨と⑲のビートを比較する必要がある。すなわち、⑨においてはC₆₅のビートは10秒間に6回強、⑲においては10秒間に5回強となる。

※5度の調律においては、調律すべき音域が下がってくるにしたがって、共通倍音が中音域へと下がってくる。ここで、2倍のビート数をもつ1オクターヴ上の共通倍音と混同しないことが肝要である。なお、これらのビートも検証の参考にすることができる。

⑳ テストF₃₄—A₃₈：共通倍音A₆₂のうなりのビート7.34/sec. を聴きとる。近似値は7.5⁻である。中全音律の長3度、すなわちうなりのないピュアな長3度よりも14セント広い方へのビートを作り出していけばよい。

※⑦から⑬、㉔を経て⑩にいたる長3度のビートの変化は次のとおりである。

6.0⁻/sec. → 6.5⁻/sec → 7.5⁻/sec. 9.0⁻/sec.

㉑ テストD₃₁—F₃₄—A₃₈：平均律の短3和音を吟味する。

※⑦⑭かわ分かつとおり、短3和音を構成する短3度と長3度は共通の共通倍音をもつ。しかしながら、ビートはわずかに異なる。すなわち、D₃₁—F₃₄の共通倍音A₆₂のビート8.5⁻/sec. に対して、F₃₄—A₃₈の共通倍音A₆₂のビートは7.5⁻/sec. である。ビートの立ちあがりに耳を集中することが肝要である。

※なお、上記の共通倍音をオクターヴの補足音程における共通倍音と混同してはならない。この場合には共通倍音のビートは一致するのである。㉔および第三節を参照。

㉒ テストF₃₄—A₃₈—C₄₁：平均律の長3和音を吟味する。⑧⑬とのバランスを

見る。

- ②③ テストA \sharp_{38} —C \sharp_{41} ：共通倍音F $_{60}$ のうなりのビート12.57/sec. を聴きとる。近似値は12.5⁽⁺⁾である。純正律の短3度より16セント狭い方へのビートを作り出していけばよい。⑧に現れていた短3度の共通倍音C \sharp_{65} のうなりのビート10.0⁻/sec. を0.1秒に1回のビートと見て、それよりかなり速いビートを一瞬の感覚で捕らえなければならない。

- ②④ A \sharp_{38} —F $_{33}$ ：純正4度よりも広く、ピタゴラスB調律のF $_{33}$ より8工程分、すなわち16セント低く調律する。うなりのビート0.79/sec. を聴きとる。0.8⁽⁻⁾すなわち5秒間に4回のビートが聞こえるように調整する。共通倍音はF $_{55}$ である。

※⑮から③, ②④, ⑥を経て⑫にいたる4度のビートの変化は次のとおりである。0.7/sec. → 0.74/sec. → 0.79/sec. → 0.83/sec. → 0.94/sec. 5秒間のビート . ⑮3.5 → ③3.5⁺ → ④4.0⁽⁻⁾ → ⑥4.0⁺ → ⑫5.0⁽⁻⁾

- ②⑤ テストF $_{33}$ —A $_{37}$ ：共通倍音A $_{61}$ のうなりのビート6.93/sec. を聴きとる。近似値は7.0⁽⁻⁾である。中全音律の長3度、すなわちうなりのないピュアな長3度よりも14セント広い方へのビートを作り出していけばよい。

※⑦から⑬, ②⑤, ②⑥を経て⑪にいたる長3度のビートの変化は次のとおりである。6.0⁻/sec. → 6.5⁽⁺⁾/sec. → 7.0⁽⁻⁾/sec. → 7.5⁻/sec. → 9.0⁻/sec.

- ②⑥ テストD $_{30}$ —F $_{33}$ ：共通倍音A $_{61}$ のうなりのビート7.92/sec. を聴きとる。近似値は8.0⁽⁻⁾である。純正律の短3度より16セント狭い方へのビートを作り出していけばよい。⑧に現れていた短3度の共通倍音C \sharp_{65} のうなりのビート10.0⁻/sec. を0.1秒に1回のビートと見て、それに比べればかなり遅いビートを感覚的に捕らえる。

※10.0/sec. をリズムとしてとらえるには、1秒の中に5連音符が2個あると考えればよい。同様に、8.0/sec. は1秒の中に4連音符が2個あると考えればよい。このように、速いビートの判断には音楽のリズム概念の適用が有効に働く。同時に、速いビートを聴き取ろうとする努力こそが、音楽のリズム概念に実体を与え、リズム概念そのものをより洗練されたものへと鍛え上げるものである。

- ②⑦ テストF $_{33}$ —G \sharp_{36} —C \sharp_{41} ：平均律の転回長3和音を吟味する。⑮を参照。

- ②⑧ F $_{33}$ —C $_{40}$ ：純正5度より狭く、ピタゴラスB調律のC $_{40}$ より9工程分、すなわち18セント低くなるように調律する。C $_{62}$ のうなりのビート0.59/sec. を聴きとる。0.6⁽⁻⁾すなわち5秒間に3秒（弱）のビートが聞こえるように調整する。

※⑨から④, ②⑧を経て⑨にいたる5度のビートの変化は次のとおりである。0.5⁺/sec. → 0.6⁻/sec. → 0.6⁽⁻⁾/sec. → 0.6⁺/sec. 5秒間のビート：⑨2.5強 → ④3弱 → ②⑧3（弱） → ⑨3強

- ②⑨ テストD \sharp_{31} —C $_{40}$ ：共通倍音G $_{59}$ のうなりのビート7.06/sec. を聴きとる。近似値は

7.0⁽⁺⁾純正律の長6度, すなわちうなりのないピュアな長6度よりも10セント広い方へのビートを作り出していけばよい。

※共通倍音G₅₉は2音にはさまれる長3度G₃₅の2オクターヴ上の音である。すなわち、一般に長6度の共通倍音は、上の音を根音とした短三和音の5音の1オクターヴ上の音である。

※⑤から⑳を経て㉑にいたる長6度のビートの変化は次のとおりである。6.5⁺/sec. → 7.0⁽⁺⁾/sec. → 7.5⁽⁻⁾/sec.

- ③⑩ テストG₃₆—C₄₀: 共通倍音C₆₄のうなりのビート8.26/sec. を聴きとる。近似値は8.5⁻である。中全音律の長3度, すなわちうなりのないピュアな長3度よりも14セント広い方へのビートを作り出していけばよい。

※⑦から⑬, ⑲, ㉑, ㉒を経て㉓にいたる長3度のビートの変化は次のとおりである。

6.0⁻/sec. → 6.5⁽⁺⁾/sec. → 7.0⁽⁻⁾/sec. → 7.5⁻/sec. → 8.5⁻/sec. → 9.0⁻/sec.

- ③⑪ テストA₃₇—C₄₀: 共通倍音E₆₈のうなりのビート11.87/sec. を聴きとる。近似値は12.0⁻である。純正律の短3度より16セント狭い方へのビートを作り出していけばよい。⑧に現れていた短3度の共通倍音C₃₆のうなりのビート10.0⁻/sec. を0.1秒に1回のビートと見て、それに比べればかなり速いビートを感覚的に捕らえる。

- ③⑫ テストD₃₁—G₃₆—C₄₀: 平均律の転回長3和音を吟味する。

※この転回長3和音は第2転回形であるから、㉑において述べた半音の干渉はここでは起こらない。

- ③⑬ C₄₀—G₃₅: 純正4度よりも広く、ピタゴラスB調律のG₃₅より10工程分、すなわち20セント低く調律する。うなりのビート0.88/sec. を聴きとる。0.9⁽⁻⁾すなわち5秒間に4.5回(10秒間に9回)のビートが聞こえるように調整する。共通倍音はG₅₉である。

- ③⑭ テストD₃₁—G₃₅: 共通倍音G₅₉のうなりのビート6.17/sec. を聴きとる。近似値は6.0⁺である。中全音律の長3度, すなわちうなりのないピュアな長3度よりも14セント広い方へのビートを作り出していけばよい。

※ビート6.0⁺/sec. を、⑦から⑬, ⑲, ㉑, ㉒を経て㉓にいたる長3度のビートの変化と比較しなければならない。

6.0⁻/sec. → 6.5⁽⁺⁾/sec. → 7.0⁽⁻⁾/sec. → 7.5⁻/sec. → 8.5⁻/sec. → 9.0⁻/sec.

※③⑬⑭の関係は⑤⑥⑦の関係と同じである。

- ③⑮ テストG₃₅—B₃₉: 共通倍音B₆₃のうなりのビート7.77/sec. を聴きとる。近似値は8.0⁻である。中全音律の長3度, すなわちうなりのないピュアな長3度よりも14セント広い方へのビートを作り出していけばよい。

※ビート8.0⁻/sec. によって、3度における0.5刻みのビートの系列が埋められる。すなわち㉑と㉒の間に埋められ、テストのための音楽的リ

ズム概念の連鎖ができたことになる。

- ③⑥ テスト E₃₂—G₃₅：共通倍音 B₆₅ のうなりのビート 8.89/sec. を聴きとる。近似値は 9.0⁻である。純正律の短 3 度より 16 セント狭い方へのビートを作り出していればよい。⑧ に現れていた短 3 度の共通倍音 C₆₅ のうなりのビート 10.0⁻/sec. を 0.1 秒に 1 回のビートと見て、それに比べれば少し遅いビートを感覚的に捕らえる。

※⑦⑭および㉑に述べたことから、③⑥に共通な共通倍音 B₆₅ に耳を集中することができる。

- ③⑦ テスト G₃₅—A₃₈：共通倍音 D₆₅ のうなりのビート 10.57/sec. を聴きとる。近似値は 10.5⁽⁺⁾である。純正律の短 3 度より 16 セント狭い方へのビートを作り出していればよい。⑧ に現れていた短 3 度の共通倍音 C₆₅ のうなりのビート 10.0⁻/sec. を 0.1 秒に 1 回のビートと見て、それに比べればわずかに速いビートを感覚的に捕らえる。

※短 3 度においても、長 3 度にならってビートの系列をたどることができる。ただし、ビートが多くなるにしたがって、0.5 刻みの系列を維持し難くなり、判別も大変難しくなる。

※②⑤から⑭、③⑥、②⑦、⑧、③⑦、⑭、③①を経て㉑にいたる短 3 度のビートの変化は次のとおりである。

8.0⁽⁻⁾/sec. → 8.5⁻/sec. → 9.0⁽⁻⁾/sec. → 9.5⁽⁻⁾/sec. → 10.0⁽⁻⁾/sec. → 10.5⁽⁺⁾/sec. → 11.0⁺/sec. → 12.0⁻ (11.5⁺)/sec. → 12.5⁺/sec.

- ③⑧ テスト D₃₀—G₃₅—B₃₉：平均律の転回長 3 和音を吟味する。③②を参照。

- ③⑨ G₃₅—D₄₂：純正 5 度より狭く、ピタゴラス B 調律の D より 11 工程分、すなわち 22 セント低くなるように調律する。D₅₄ のうなりのビート 0.66/sec. を聴きとる。5 秒間に 3 回（強）のビートが聞こえるように調整する。

※⑭から④、㉑、⑨を経て㉑にいたる 5 度のビートの変化は次のとおりである。0.52/sec. → 0.55/sec. → 0.59/sec. → 0.62/sec. → 0.66/sec. これを 5 秒間のビートに直せば、⑭2.5⁺→④2.5⁺ (3.0⁻) → ㉑3.0⁽⁻⁾→⑨3.0⁺→㉑3.5⁻となる。

※ここで得た上方 11 工程の D₄₂ は、差し引き 2 セント高められた D として、②において最初に求めた下方 1 工程の D₃₀ と一致していなければならない。誤差がある場合にはチューナーによって探知し、ビートの違いをしっかりと確認しなければならない。

- ④⑩ テスト D₃₀—G₃₅：共通倍音 D₅₄ のうなりのビート 0.66/sec. を聴きとる。近似値は 0.7⁽⁻⁾である。

※0.66/sec. は 1/1.5 sec. と換算できる。メトロノームでは M.M. ♩ = 40、すなわち 4 分の 2 拍子 ♩ = 80 の強拍にパルスを入れたときのビートと一致する。

※③⑩は共通の共通倍音を持っている。一般に、オクターヴを分割する補足音程の下方が 3 度と 4 度であるときは、それらの共通倍音は共通である。第 3 節を参照。

- ④① テスト A₃₈—D₄₂: 共通倍音 D₆₆ のうなりのビート 9.25/sec. を聴きとる。近似値は 9.5⁻ である。中全音律の長 3 度, すなわちうなりのないピュアな長 3 度よりも 14 セント広い方へのビートを作り出していれよ。

※ビート 9.25/sec. を ③⑩ にまとめられた 長 3 度のビートの系列と比較しなければならない。

※ビートが 9.25/sec. よりも極端に少ないときは, この長 3 度は純正長 3 度に近づいているので D₄₂ が正しい場合には A₃₈ を下げなければならない。

- ④② テスト B₄₉—D₄₂: 共通倍音 F₇₀ のうなりのビート 13.32/sec. を聴きとる。近似値は 13.5⁻ である。純正律の短 3 度より 16 セント狭い方へのビートを作り出していれよ。⑧ に現れていた短 3 度の共通倍音 C₆₅ のうなりのビート 10.0⁻/sec. を 0.1 秒に 1 回のビートと見て, それに比べればかなり速いビートを感覚的に捕らえる。

※ビート 13.32/sec. を, ③⑦ にまとめられた短 3 度のビートの系列と比較しなければならない。

- ④③ テスト F₃₃—D₄₂: 共通倍音 A₆₁ のうなりのビート 7.92/sec. を聴きとる。近似値は 8.0⁽⁻⁾ である。純正律の長 6 度, すなわちうなりのないピュアな長 6 度よりも 10 セント広い方へのビートを作り出していれよ。

※⑤ から ②⑨, ⑩ を経て ④③ にいたる長 6 度のビートの変化は次のとおりである。

6.5⁺/sec. → 7.0⁽⁺⁾/sec. → 7.5⁽⁻⁾/sec. → 8.0⁽⁻⁾/sec.

- ④④ テスト D₃₀—D₄₂: うなりのビートがゼロであることを確認する。

- ④⑤ テスト A₃₇—D₄₂—A₄₉: 共通倍音 A₆₁ のうなりのビートは 0.99/sec. を聴きとる。近似値は 1.0⁽⁻⁾ である。

[ビート系列の確認]

1. D₃₀ から連続的に増加する 5 度のビート系列と 5 秒間の近似値

②0.49 → ⑨0.52 → ④0.55 → ②⑧0.59 → ⑨0.62 → ③⑨0.66
2.5⁽⁻⁾ → 2.5⁺ → (2.5⁺)3.0⁻ → 3.0⁻ → 3.0⁺ → 3.5⁻

2. D₃₀ から連続的に増加する 4 度のビート系列と 5 秒間の近似値

④⑩0.66 → ⑩0.70 → ③0.74 → ②④0.79 → ⑥0.83 → ③③0.88 → ⑩②0.94
3.5⁻ → 3.5 → 3.5⁺ → 4.0⁽⁻⁾ → 4.0⁺ → 4.5⁻ → 4.5⁺

3. D₃₀ から連続的に増加する長 3 度のビート系列と近似値

⑦5.82 → ③④6.17 → ⑬6.53 → ②⑤6.93 → ②⑦7.34 → ③⑤7.77 → ③⑩8.26 → ⑪①8.73
6.0⁻ → 6.0⁺ → 6.5⁽⁺⁾ → 7.0⁽⁻⁾ → 7.5⁻ → 8.0⁻ → 8.5⁻ → 8.5⁺

4. D₃₀から連続的に増加する長6度のビート系列と近似値

⑤6.66 → ②97.06 → ⑩7.47 → ②67.92 → ⑩78.39 → ③68.89
 6.5⁺ → 7.0⁽⁺⁾ → 7.5⁽⁻⁾ → 8.0⁽⁻⁾ → 8.5⁻ → 9.0⁻

※②⑥以降は共通の共通倍音をもつ補足音程を用いた数値である。

5. D₃₀から連続的に増加する短3度のビート系列と近似値

②67.92 → ⑩78.39 → ③68.89 → ②79.42 → ⑧9.98 → ③710.57 → ⑭11.20 →
 ③11.87 → ②312.57 → ④213.32
 8.0⁽⁻⁾ → 8.5⁻ → 9.0⁻ → 9.5⁽⁻⁾ → 10.0⁽⁻⁾ → 10.5⁽⁺⁾ → 11.0⁺ →
 12.0⁻ → 12.5⁽⁺⁾ → 13.5⁻

※②⑧は共通の共通倍音をもつ補足音程を用いた数値である。

〔要 約〕

〔1〕5度を狭め、4度を広げなければならない。あらゆる5度を上方に、あらゆる4度を下方にとれば、調律すべき次の音の振動数が常に低くなるので、仕事が単純化される。最初のDだけは例外として下方にとられ、高めにとられる。

〔2〕長3度と長6度は広げ、短3度と短6度は狭める。

〔3〕うなりのビート数は0.5の近似値まで正確に記される。

第三節：ユニゾンとオクターヴの調律

- ① A₄₈の残りのリードをユニゾンに調律する。基礎をきめた範囲の2レジスターの部分、すなわちC₄₀、D₄₁、D₄₂の残りのリードをユニゾンに調律する。

※ユニゾンの調律にあつては、2本のリードの音が一つに溶けて、純粋でうなりのない、途切れのない音を求める。

- ② 基礎をきめた範囲以外の音域のオクターヴを調律する。

※オクターヴは実のところ転回されたユニゾンである。すなわち、下の音の第2倍音は上の音の基音（第1倍音）と同一である。したがって、オクターヴを良く調律するためには、上の音に耳を集中し、あらゆるうなりを消さなければならない。

- ③ C₂₉からB₅₁の範囲のオクターヴを直接に上向きに調律する。同時に、オクターヴ内の補足音程を用いてテストを行う。

※「4度と5度の補足音程」を用いて追加テストを行う。下の音から上行する4度のうなりの速度と、上の音から下行する5度のうなりの速度とが同一ならば、そのオクターヴは正確に調律されている。

- ④ F_{45} から C_{16} までの範囲のオクターヴを、オクターヴ内の補足音程を用いて下向きに調律する。

※「短3度－長6度の補足音程」を用いて調律する。短3度は下の音から上行してとられ、長6度は上の音から下行してとられる。

※「短3度－長6度の補足音程」を用いて下向きに調律する場合には、短3度のうなりがより速いならばオクターヴの下音はシャープであり、より遅いならばそれはフラットである。上向きに調律する場合には、長6度のうなりがより速いならばオクターヴの上音はシャープであり、より遅いならばそれはフラットである。

- ⑤ C_{32} から C_{64} までの範囲のオクターヴを、オクターヴ外の補足音程を用いて上向きに調律する。

※「長3度－10度のテスト」を用いて調律する。オクターヴの下音から下行する長3度と、その長3度の下音からオクターヴの上音まで上行する10度によって作られるうなりのビートが一致すれば、そのオクターヴは正確に調律されている。

- ⑥ F_{37} から上のオクターヴを、2オクターヴの音程を用いてテスト若しくは調律する。

※中音部が正しく調律されていることを前提とする。一般に高音部においては、1オクターヴのテストよりも「2オクターヴのテスト」のほうが判別しやすい。

- ⑦ C_{64} から C_{76} までのオクターヴを、オクターヴ10度の音程を用いて上向きに調律若しくはテストする。

※「オクターヴ10度のテスト」は10度を1オクターヴ延長したものである。長3度を2オクターヴ延長したものと考えてもよい。長3度のうなりとオクターヴ10度のうなりを比較する。

※最低音部を調律するのに「オクターヴ10度のテスト」が役に立つ。この場合には、下の音はまだ調律されていないので「想像の10度」を用いていると考えなければならない。

- ⑧ 高音部においては、オクターヴ上の音をごくわずかに高く調律する場合がある。これは人の聴覚の傾向にもとづく習慣である。

む す び

リード・オルガンによる調律は、ピアノやチェンバロの調律にとりかかる前段階として、とりわけ中音域を正確に調律する訓練を行うことができる点で大きな意義をもつ。本論において触れたごとく、調律の研究は音の物理的な性質を聴覚によって確認するに止まらず、音楽性と深くかかわった、いわゆる「聞く耳」を育てることでもある。それは音高感を含む音程感、とりわけ「音の協和」の感知、「不協和の多様性」の感知などの豊かな果実をもたらすのみならず、拍をうなりのビートに細かく分割するという「繊細なリズム」の感知こそ、それらの果実を育む源であることを認識させるのである。

以上の点から、平均律の調律を試みることは、総合的な意味におけるソルフェージュに真の基礎を与えるものと言える。むすびにあたり、音楽室や廊下の片隅に打ち捨てられたリード・オルガンが、「奇跡の調律」とも言われる「平均律」によって再びいのちを与えられ、子供と教師の心に語りかけることを願う。

(平成4年2月29日受理)

(参考資料)

- 1) ウイリアム・ブレイド・ホワイト『ピアノ調律と関連技術』第5版, 1950年(全国ピアノ技術者協会訳, 1967年, 音楽之友社刊)
- 2) 野村満男『チェンバロの保守と調律』1974年, 東京コレギウム刊
- 3) Don Michael Randel: The New Harvard Dictionary of Music

(資料の提供と、折にふれた適切なアドバイスをいただいた調律師の方々に深い感謝の意を表する。)